

Características de una región inusual activa del Sol entre los días 29 de julio y 10 de agosto de 1972 *

R. J. MARABINI

Observatorio Astronómico, La Plata, Argentina

Resumen: Se muestra la evolución de la región activa, dando valores de altura, tamaño, temperatura de brillo, los eventos que en ella se originaron y sus aspectos físicos.

Los datos para este trabajo son los obtenidos con el interferómetro de 408 MHz, del Observatorio Astronómico de La Plata.

Abstract: This work shows the evolution of an active region, giving values of size, brightness temperature; are given the events that it produced and the physics of this region.

1. Generalidades

De las observaciones con el interferómetro de red y el radiómetro en 408 MHz (73,5 cm) del Observatorio de La Plata se ha podido realizar el estudio de esta zona activa que llamo inusual por los grandes valores medidos en los eventos que originó tanto de radio como de otra naturaleza, teniendo en cuenta que estamos en época de mínima actividad solar.

El radiómetro nos permite medir el flujo total del Sol y el interferómetro obtener la posición y tamaño de la zona; combinando los datos de ambos se realizó el presente trabajo.

La resolución del interferómetro es de 4,5 minutos de arco.

En cada figura se muestra la posición óptica de la zona activa y el correspondiente trazo del interferómetro, fecha y valores principales obtenidos. S arriba, E derecha.

2. Principales resultados

Se hará una crónica cronológica con vista a un mejor entendimiento de los procesos físicos de la región que nos ocupa.

Se complementarán nuestras observaciones con datos obtenidos del Report UAG-21, con datos interferométricos en 10,7, 21, 43 y 178 cm.

Día 29 de julio:

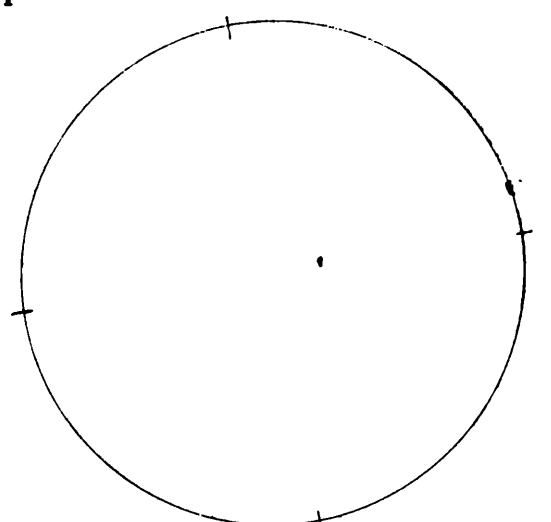
No se observa componente lentamente variable (en adelante CLV) en 73.5 cm. Aparece incipiente en 10,7 y 21 cm. y no hay en 43 y 178 cm. Esto es de esperar de acuerdo a la directividad que presenta la CLV, Moutot y Boichot (1961).

Se notan bursts siendo el flujo máximo $S = 22,8 \cdot 10^{-22} \text{ Wm}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$ a las 16h 25m 30s, grupos de bursts a las 16h 30m 48s con picos de $S = 5 \cdot 10^{-22} \text{ Wm}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$.

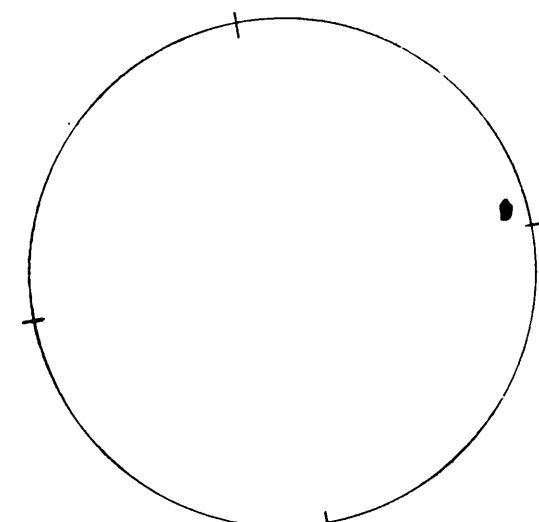
Las alturas medidas con el interferómetro, dieron para el mayor de ellos 250.000 Km, se supone que este burst corresponde a una onda refractada por el medio y parcialmente atenuada, este evento está correlacionado con tipo III a la misma hora en banda métrica y decamétrica.

* Trabajo realizado bajo convenio entre la U.N.L.P. (OALP) y la C.N.E.G.H.

Figura 1



29-7-72: Burst, 41, $h = 250.000 \text{ km}$, $\text{Dur} = 1 \text{ seg}$, 16h 23m 30s, $S = 22 \cdot 10^{-22} \text{ Wm}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$



30-7-72: CLV, $h = 129.000 \text{ km}$, $D = 5 \text{ minarco}$, $T_b = 3 \cdot 10^6 \text{ K}$, Burst 41; 42, 16h 09m 10s, $S = 24,5 \cdot 10^{-22} \text{ Wm}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$

Día 30 de julio:

Se midió para la CLV una altura de 129.000 Km con un diámetro de 5 minutos de arco, temperatura de brillo $T_b = 3 \cdot 10^6 \text{ }^\circ\text{K}$. No hay datos en 21 y 43 cm y se observa un incremento en 10,7 cm.

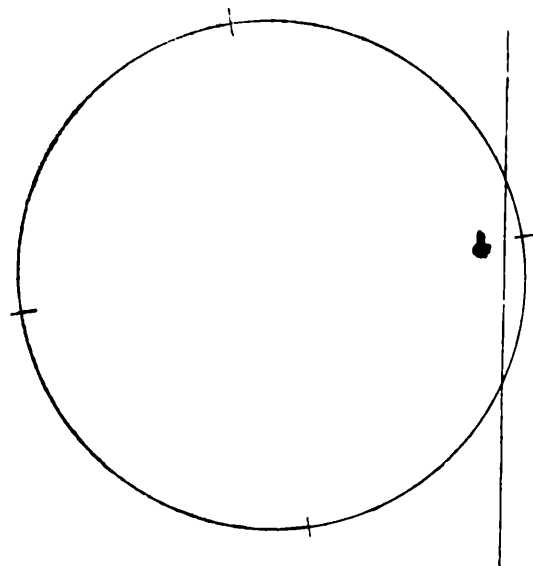
La densidad electrónica para esta altura es de $N = 4 \cdot 10^8 \text{ e/cm}^3$, de acuerdo al modelo de las mediciones de Christiansen y otros en 1960, para zonas activas.

Bursts tipo 41 y 42 con $S_{\text{max}} = 24,5 \cdot 10^{-22} \text{ Wm}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$ a las 16h 06m 10s. Estos bursts no pueden ser confirmados como pertenecientes a la zona en estudio, y dada su corta duración no es posible tener un buen dato de posición.

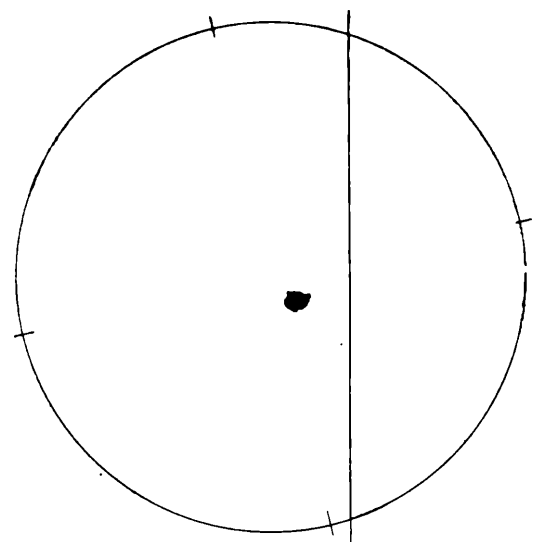
Día 31 de julio:

A raíz del fuerte viento no fue posible obtener el máximo de datos de los equipos. En la figura 2 se muestra la posición de la CLV, hay grupos de bursts de 2 minutos de duración a las 14h 18m con un $S_{\text{máx}} = 52 \cdot 10^{-22} \text{ Wm}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$ a las 14h 20m. Desde las 12h 22m hasta las 17 horas se registró un tipo 27, es decir, un continuo que fluctúa.

Figura 2



31-7-72: 12h 22m to 17h 00m; 27 Burst 41
12h 20m, $S_{\text{máx}} = 52 \cdot 10^{-22} \text{ Wm}^{-2}, \text{Hz}^{-1}$



4-8-72: Burst 47, 15h 13m 50s, UT $D = 78s$, $D = 2'$,
 $h = 130.000 \text{ km}$, $T_b = 5,8 \cdot 10^9 \text{ K}$

Día 1 de agosto:

Se registraron bursts, que son correlacionados con los datos radioespectrales.

Hora	Flujo $10^{-22} \text{ Wm}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$	Correlación
12h 30m	38,5	10700 MHz
14h 25m	38,5	1410; 245 MHz Tipo IIIIm, Dm
17h 43m	39,6	9400 MHz Tipo IIIIm, Dm

Día 3 de agosto:

12h 25m	38	245; 2800 MHz
14h 13m	40	" " "
15h 40m	45	" " "
17h 43m	45	" " "

Todos estos eventos coinciden con Tipo I o Tipo IV de acuerdo a la forma en que clasificaron el evento Harvard o Boulder.

No hay datos del interferómetro por lluvias, viento y corte de energía el día 2 de agosto.

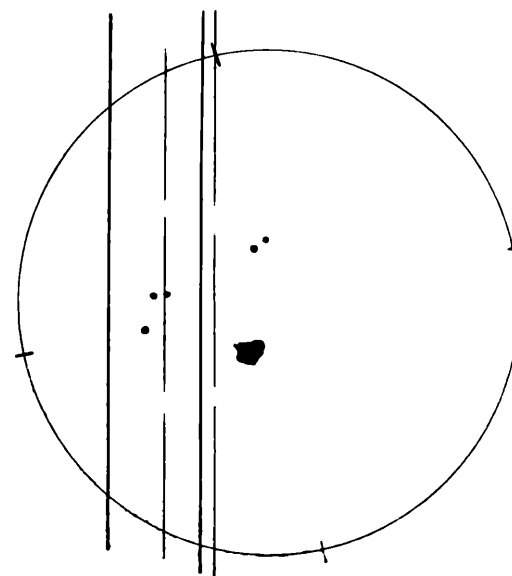
Día 4 de agosto:

El flujo total presenta un valor $S_{\text{total}} = 93 \cdot 10^{-22} \text{ Wm}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$, valor casi cuatro veces el del Sol calmo; hay presente una tormenta de ruido y bursts de gran amplitud. El pico máximo corresponde a las 13h 27m con un $S_{\text{máx}} = 1470 \cdot 10^{-22}$ unidades.

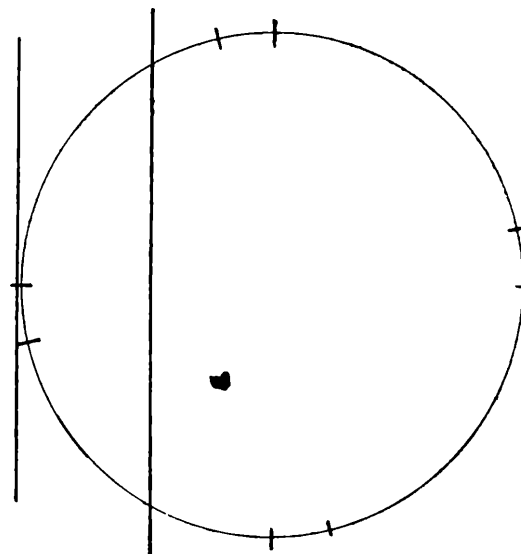
Se determinó la altura para otro burst a las 15h 13m 30s dando $h = 130.000 \text{ Km}$, la temperatura de brillo $T_b = 5,8 \cdot 10^9 \text{ K}$ y el diámetro 2 minutos de arco. La zona de emisión de estos eventos impulsivos coincide en este caso con la altura de la CLV.

Para $h = 130.000 \text{ Km}$ aplicando los modelos para regiones activas resulta $N = 4 \cdot 10^8 \text{ e/cm}^3$; esto da una frecuencia de plasma de $f_0 = 180 \text{ MHz}$.

Figura 3



5-8-72: CLV. Dos zonas, $P_1 = 1,5$, $P_2 = 12'$, $D_{\text{total}} = 11'$
 $T_b = 1,2 \cdot 10^8 \text{ K}$



12h 23m to 18h 30m UT

Tipos: 27; 41; 42

Continuo:

$D = 2',2$, $T_b = 3,3 \cdot 10^8 \text{ K}$, $h = 324.000 \text{ km}$

Burst 15h 32m 03s UT $h = 705.00 \text{ km}$

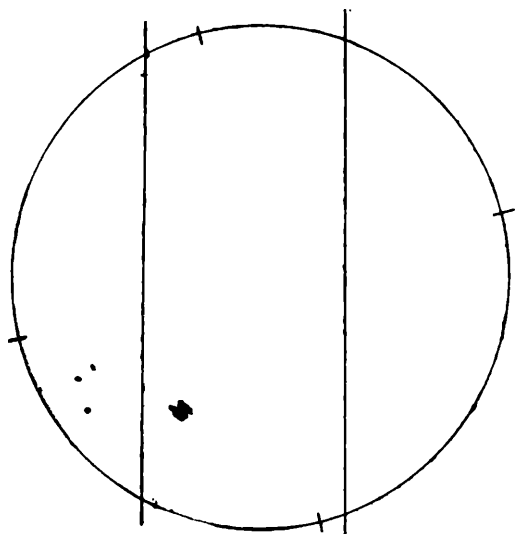
Las posiciones publicadas para 10,7, 21, 178 cm coinciden con la de 73,5 teniendo en cuenta la altura a que la emisión puede escapar; en 43 cm no se nota un gran valor de CLV.

Se correlacionó en el tiempo los distintos bursts registrados con las observaciones radio espectrales obteniéndose correlación con Tipos III, IV P.

Día 5 de agosto:

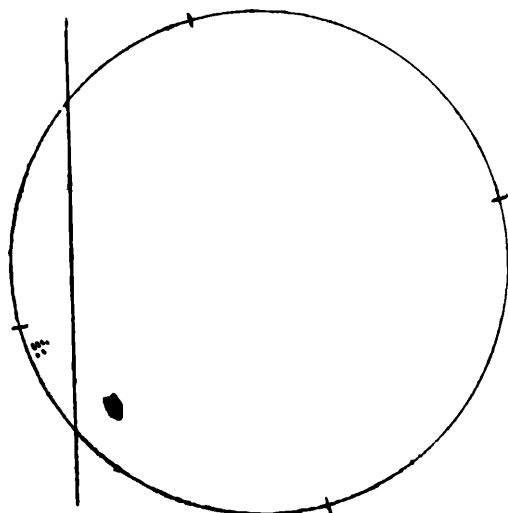
No se registraron bursts de importancia y aparecen dos zonas de CLV. Una P1 con un diámetro de 4,5 minutos de arco y otra P2 de 12 minutos de arco, la temperatura de brillo $T_b = 1,2 \cdot 10^8$ °K.

Figura 4



7-8-72:

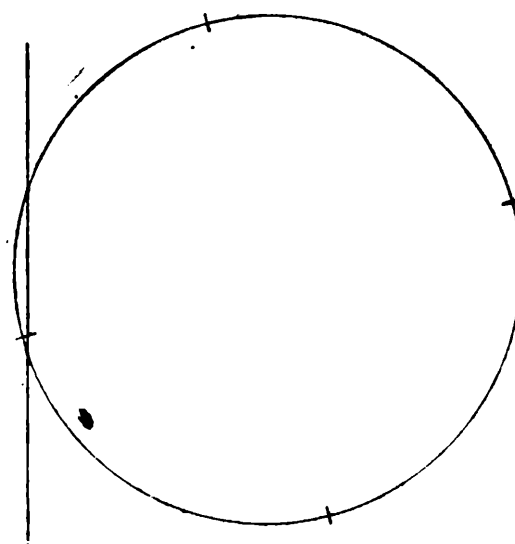
15h 13m 30s to 15h 37m; 47; $D = 6'$; $h = 235.000$ km
 $S_{\text{máx}} = 2,970 \cdot 10^{-22} \text{ Wm}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$; $T_b = 1,7 \cdot 10^9$ K (15h 24m UT)
 $T_b = 8 \cdot 10^8$ K (15h 21m 30s UT)
 12h 07m UT; 44 in progress
 16h 46m to 16h 57m UT
 $T_b = 8,7 \cdot 10^7$ K (16h 49m)
 $D = 5',4$, $S_{\text{máx}} = 144 \cdot 10^{-22} \text{ W}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$
 Zona a $5',95$ en el Este



8-8-72:

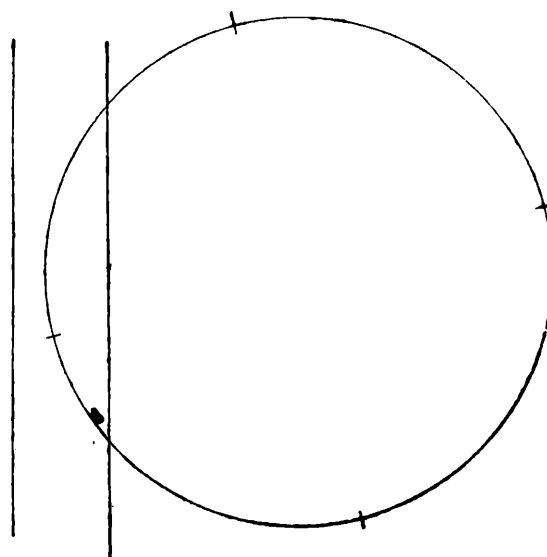
$h = 136.000$ km, $T_b = 2 \cdot 10^8$ K
 D (pequeño)

Figura 5



9-8-72:

$S_{\text{tot}} = 35,5 \cdot 10^{-22} \text{ Wm}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$
 $h = 140.000$ km, D pequeño
 Burst: 41 y 42
 15h 52m 12s
 $T_b = 1,39 \cdot 10^7$ K
 $h = 208.000$ km



10-8-72:

$S_{\text{tot}} = 38,5 \cdot 10^{-22} \text{ Wm}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$
 $h = 129.000$ km
 Burst: 41
 15h 06 m 40s UT
 $h = 253.000$ km
 $S_{\text{máx}} = 36 \cdot 10^{-22} \text{ Wm}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$

Fig. 3, este valor concordaría con el de 169 MHz en el sentido que es menor que otros días, con respecto a la doble zona en los interferogramas de 10,7 y 21 cm. Es perfectamente correlacionable, no hay datos de 43 cm.
 Día 6 de agosto:

Se notan dos zonas, una de ellas presentó un continuo que tenía un diámetro de 2,2 minutos de arco a una altura de 324.000 Km. A las 15h 16m 48s; es la temperatura de brillo $T_b = 3,3 \cdot 10^6$ K. A las 15h 27m 18s era $T_b = 1,9 \cdot 10^6$ K; las dos zonas se alternaban en el valor máximo de T_b .

Es mayor el flujo en 169 MHz que el día anterior y en 10,7 y 21 cm se pueden ver dos zonas principales; no hay datos en 43 cm.

Entre las 22h 23m y las 18h 30m se registraron Tipos 27, 41 y 42; a las 15h 22m 12s es $T_b = 2,3 \cdot 10^6$ K.

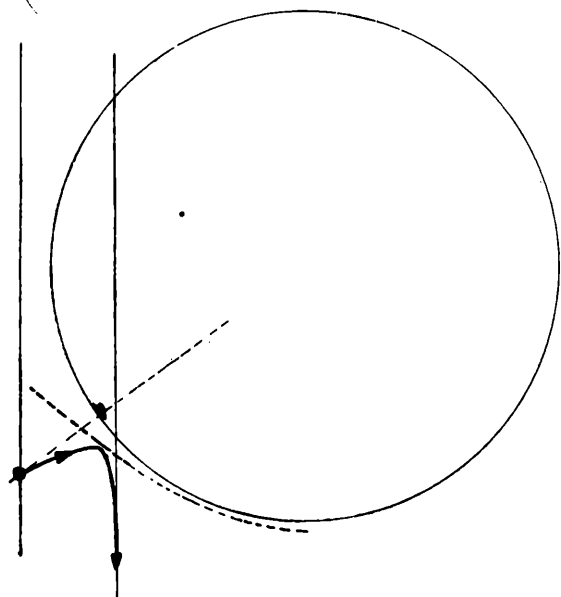
Se correlacionaron los datos observados con los de bandas dm, m, Dm, encontrándose entre las 12h 53m y 17h 36m un evento de Tipo I (continuo); hay Tipo III a las 15h 35m en banda Dm. (Fig. 3).

Día 7 de agosto:

Este es el día por el cual se llamó inusual a esta región, en el registro de flujo total aparece un aumento paulatino de flujo total a partir de las 15h 13m dando la impresión de ser un calentamiento gradual; a las 15h 21s hubo un pico con una temperatura de brillo $T_b = 8 \cdot 10^8$ K y el máximo registrado hasta la fecha por la Estación de Radioastronomía Solar del OALP, correspondió a las 15h 24m con $S = 2870 \cdot 10^{-22} \text{ Wm}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$ y $T_b \text{ máx} = 1,7 \cdot 10^9$ K. Diámetro medido 6 minutos de arco.

Los interferogramas en otras longitudes de onda coinciden con el de 408 MHz. (Fig. 4).

Figura 6



10-8-72:

El aspecto morfológico del burst tipo 47 en estudio se comparó con los de 9400 y 930 MHz coincidiendo en el tiempo; en banda dm hay un tipo IV entre 15h 08m y 16h 09m, Tipos III a las 15h 13m y 15h 21m en banda m y Dm.

Una fulguración clasificada 3B comenzó a las 14h 45m con el máximo a 15h 29m.

Otros eventos de gran amplitud se registraron este día presentando un diámetro similar.

Día 8 de agosto:

La CLV está a 132.000 Km, la $T_b = 2 \cdot 10^8$ °K y el diámetro es pequeño; iguales datos valen para 43 y 178 cm. Al acercarse al oeste solar la CLV deberá de acuerdo a la ley de $\cos^b \alpha$, $b > 1$, α ángulo respecto el P.M.C. En 21 y 10 cm se nota la CLV. (Fig. 4).

Día 9 de agosto:

Se registraron tipos 27 con tipos 41 y 42 superpuestos.

Para el continuo se encontró una altura de 140.000 Km., $T_b = 1,4 \cdot 10^7$ °K y el diámetro 3,9 minutos de arco; para esta altura $N_e = 2 \cdot 10^8$ e/cm³. (Fig. 5).

Bursts tipo 41 a las 15h 21m fueron ubicados a 208.000 Km. Esta altura nos dice que los bursts se originan por encima del lugar en que se manifiesta el continuo.

Día 10 de agosto:

Se puede obtener la altura de la zona brillante $h = 129.000$ Km. Con excepción de 10,7 cm en las otras longitudes la CLV es débil.

Aparecen bursts a las 15h 06m 40s con un flujo $S = 36 \cdot 10^{-22} \text{ Wm}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$ a una altura de 253.000 Km sobre la fotosfera. Este evento si se propaga radialmente sobre la región activa no sería observable, una forma de propagación posible se muestra en la Fig. 6, donde la traza punteada es la altura a la cual puede escapar la radiación para 73,5 cm.

Este trabajo es el primero dado a conocer realizado con el interferómetro de 408 MHz.

BIBLIOGRAFIA

Christiansen, W.; Mathewson, D.; Pawsey, J.; Smerd, S.; Boichot, A.; Denisse, J.; Simon, P.; Kakinuma, T.; Dodson Prince, H.; Firor, J.: Ann. d'Astrophys. 23, 75, 1960.

Moutet, M. y Boichot, A.: Ann. d'Astrophys. 24, 171, 1961.